



EDISIM: EDITOR Y SIMULADOR DE ROBOTS MANIPULADORES

Areas: Robótica y Computación

Lic. Héctor Morales Piloni
M. C. Graciano Cruz Almanza
Facultad de Ciencias de la Computación
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
14 Sur y Av. San Claudio, Col. San Manuel
C.P. 72000 Puebla, Puebla
Tel. 2-29-55-00 ext. 7226
gca@cs.buap.mx

1. INTRODUCCIÓN

Los robots son dispositivos mecánicos de alta precisión que se dañan fácilmente si no se manejan adecuadamente, además de ser muy caros [1][2]. Por esta razón es conveniente proporcionar a los futuros usuarios un sistema confiable que les permita familiarizarse con el uso de dichos robots.

Los sistemas simuladores de robots permiten la capacitación de personal destinado al uso de robots en la industria, con la característica de ser baratos y seguros [5][6].

Un simulador de robots es un programa que imita el comportamiento del robot, permitiendo la corrección de posibles fallas del personal. De tal forma que en el peor de los casos basta con iniciar el sistema nuevamente.

Dado el impacto que los robots han tenido en la industria, existen muchos tipos de robots manipuladores [1], esto limita a los simuladores que son diseñados para imitar el funcionamiento de un robot en particular. Por esta limitación se pensó en crear un editor de robots, es decir un sistema que le permita al usuario especificar el robot manipulador con el que desea trabajar. El editor de robots permite al usuario crear y / o modificar un robot manipulador.

2. OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo es el diseño e implantación de un sistema que permita la edición y simulación funcional de robots manipuladores con un ambiente gráfico y representación tridimensional.

Objetivos secundarios son: crear un sistema de apoyo al laboratorio de robótica de la Facultad de Ciencias de la Computación de la BUAP. , tener

un sistema gráfico básico para la representación de otro tipo de sistemas mecánicos en tres dimensiones.

3. DESCRIPCIÓN

El editor / simulador de robots (EDISIM), es un sistema que permite crear y / o modificar diferentes robots manipuladores, permite simular los movimientos del robot creado y además ver la imagen del robot desde diferentes ángulos por medio de una cámara de visión [5][6].

El sistema EDISIM cuenta inicialmente con un número finito de piezas (10) con las cuales se pueden crear los manipuladores, también se toma en cuenta que no todas las piezas embonan unas con otras. Esta aparente limitación es por la cota de tiempo, sin embargo de principio no hay límite en el número de piezas en el sistema.

Las funciones permitidas por EDISIM se dividen en manejo de archivos, edición, simulación, manejo de cámara y ayuda al usuario.

El manejo de archivos en EDISIM permite crear, abrir, salvar y salvar como, archivos que contienen descripciones de robots manipuladores diseñados por los usuarios. Con este conjunto de opciones el usuario puede tener un número ilimitado de manipuladores dependiendo de sus necesidades. Las descripciones se almacenan en el disco de la computadora.

La edición en EDISIM permite al usuario crear y modificar sus propios manipuladores con los comandos de pieza, colocar la pieza y borrar pieza. Con estos comandos el usuario puede diseñar su robot por insertar y suprimir piezas a su manipulador.

La simulación en EDISIM permite mover todas las piezas definidas en el robot, abrir y cerrar la



pinza (sí la tiene) y deslizar piezas. Con estos comandos el usuario puede mover el robot como desee y ver inmediatamente en la pantalla de la computadora la nueva posición del robot, permitiendo una buena interacción. Esta es la opción más importante del sistema porque aquí es donde el usuario practicará y obtendrá una capacitación inicial en el manejo del robot.

Los comandos para el manejo de la cámara de visión son: cámara x positiva, cámara x negativa, cámara y positiva, cámara y negativa, cámara z positiva, cámara z negativa y zoom. Estos comandos permiten al usuario tener una vista mejor del robot y su ambiente, ya que él mismo determina con estos comandos la posición desde donde desea ver al robot manipulador.

La ayuda es indispensable en todos los sistemas y en particular en EDISIM, ya que los usuarios generalmente no tienen conocimientos en el uso de la computadora.

Una de las características más importantes de EDISIM es la de mostrar el robot manipulador en un ambiente actual basado en ventanas, es decir con área de trabajo, menú, barra de herramientas, etc. También muestra al robot en una representación tridimensional a color, con iluminación y sombras que dan un mayor realismo a la imagen. Una característica importante es que da solución al problema de caras ocultas y proyección perspectiva [5][6][7].

Para formar la visión perspectiva del espacio, se coloca un "plano perspectivo" perpendicular al eje del "cono de visión" y simplemente se proyecta cada punto del objeto al plano, tal como se muestra en la figura 1.

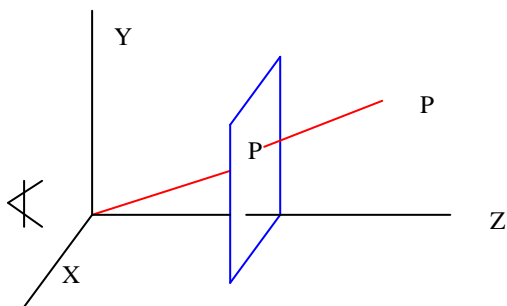


Figura 1. Proyección perspectiva

Este plano perpendicular al eje del cono de visión se hace corresponder con el plano del dispositivo de graficación, como la pantalla [6]. De tal manera que las coordenadas del punto proyectado en la pantalla $P' = (X_s, Y_s)$ pueden ser calculadas fácilmente a partir de las coordenadas del punto $P = (X_e, Y_e, Z_e)$ del sistema de coordenadas del usuario (note la posición del ojo en la figura 1).

Considere el plano $YeZe$, que se muestra a continuación en la figura 2.

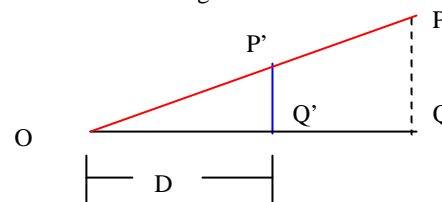


Figura 2. Vista de los triángulos semejantes.

Los triángulos $OQ'P'$ y OQP son semejantes, de donde obtenemos la relación:

$$Y_s / D = Y_e / Z_e$$

De una manera similar, en el plano $XeZe$, obtenemos:

$$X_s / D = X_e / Z_e$$

Ya que se tienen las coordenadas X_s y Y_s , se afectarán por el tamaño de la pantalla. De tal manera tenemos:

$$X_s = (D * X_e) / (S * Z_e)$$

$$Y_s = (D * Y_e) / (S * Z_e)$$

Y así obtenemos las coordenadas de pantalla del punto proyectado.

La proyección perspectiva permite obtener una imagen más real del robot ya que es construida con base a la distancia, es decir a mayor distancia los objetos se ven más pequeños, dando la impresión de profundidad en la pantalla.

En EDISIM la solución al problema de caras ocultas se efectuó usando un algoritmo de cuerpos convexos sobre vectores normales a las caras, combinado con el algoritmo de profundidad de objetos. Estos dos algoritmos son sencillos y



rápidos, dando un rendimiento aceptable en la solución del problema.

El algoritmo puede ejemplificarse en forma sencilla si colocamos el objeto centrado en el origen y el ojo del observador en algún punto sobre el eje Z, como se muestra en la figura 3.

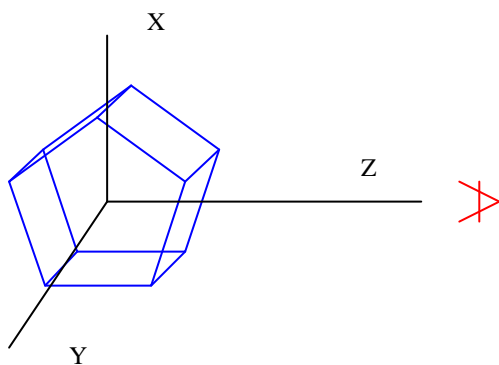


Figura 3. Algoritmo de cuerpos convexos.

De esta forma cualquier cara del objeto podrá ser vista por el observador si y solamente si el vector normal a el plano que contiene a la cara apunta en dirección del eje Z. Tal como se ve en la figura 4.

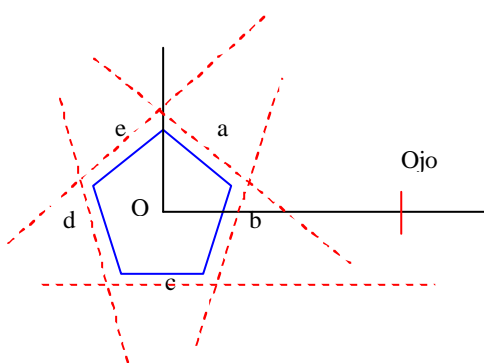


Figura 4. Las caras a y b son visibles.

Desde el punto de vista del observador las caras a y b son visibles, mientras que las caras c, d y e no son visibles.

La teoría tradicional utilizada en el modelado de robots es el álgebra de matrices, pero en los últimos años el álgebra de cuaterniones ha mostrado ventajas en algunas aplicaciones. El sistema EDISIM utiliza el álgebra de cuaterniones para el modelado del robot y la solución al problema cinemático directo [3][4]. Para usar la cámara sintética y obtener diferentes vistas se utilizó álgebra matricial.

El uso de EDISIM es por medio del ratón principalmente y el teclado en algunas opciones. El uso de ratón facilita el uso del sistema.

Los requerimientos son: computadora personal compatible con IBM basada en procesador PENTIUM, 32Mb. de RAM, unidad de disco flexible, ratón y sistema operativo WINDOWS 9x. Debemos mencionar que inicialmente se pensó en un equipo mínimo para darle mayor difusión al sistema y este software puede ser pasado a otras plataformas fácilmente.

4. RESULTADOS

En la figura 5, se presenta la pantalla del sistema EDISIM al momento de realizar un diseño. En la parte superior se ven las opciones Archivo, Editor, Simulador, Cámara y Ayuda. En la parte izquierda de la pantalla se ven las piezas que el usuario puede seleccionar. En la parte baja se tiene una zona de mensajes de orientación para el usuario.

A la derecha están los botones de las transformaciones de visión mas usadas. Finalmente en la parte central se aprecia en forma tridimensional el robot manipulador que se diseña.

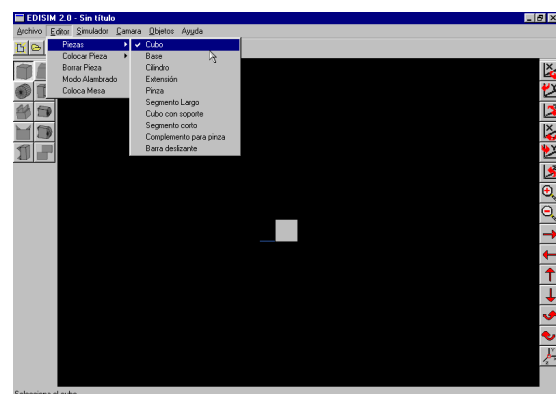


Figura 5. Ejemplo de pantalla en modo de edición.



El robot manipulador mostrado en la figura 6 es un robot MITSUBISHI creado simplemente con seleccionar con el ratón las piezas del lado izquierdo. Puede verse en la parte inferior derecha de la pantalla la posición del elemento terminal. Las piezas con que cuenta EDISIM son diez inicialmente pero pueden crecer dependiendo de las necesidades de los usuarios. Los datos correspondientes a las piezas fueron calculados con MAPLE V, pero actualmente están siendo calculadas con EXCEL y son relativamente fáciles de obtener.

En la figura 6 se presenta la pantalla del sistema EDISIM al momento de realizar una simulación, note en la parte derecha de la pantalla y abajo los botones para el movimiento de las piezas que el usuario colocó en su robot. Con estos botones el usuario mueve la pieza que desee (una vez seleccionada) y en el caso de que la pieza no pueda moverse se le manda al usuario un mensaje de orientación.

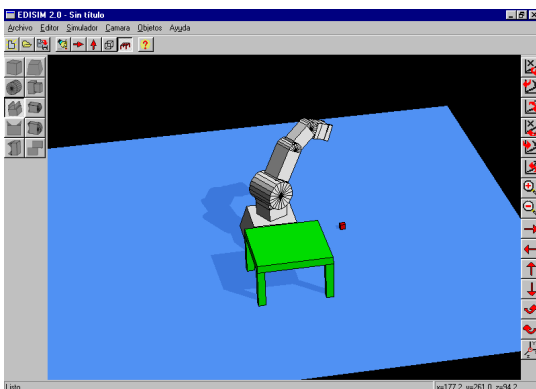


Figura 6. Pantalla en modo de simulación.

Para cada pieza se dan dos botones que permiten el movimiento de las piezas en los dos sentidos.

Finalmente la figura 7 muestra una vista lateral del robot MITSUBISHI colocando un cubo sobre la mesa de trabajo. Debemos remarcar que el usuario puede diseñar cualquier tipo de robot manipulador.

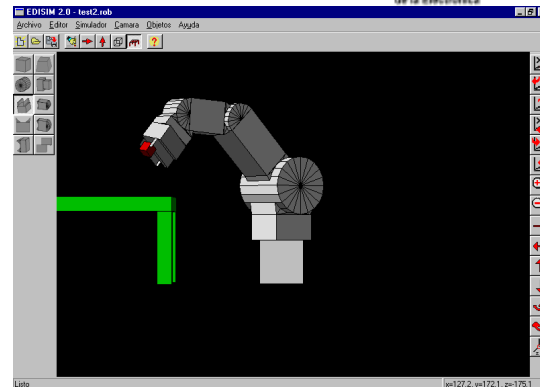


Figura 7. Vista lateral del robot MITSUBISHI.

5. CONCLUSIONES

El editor simulador de robots manipuladores EDISIM permite diseñar y probar robots manipuladores de diversos tipos que se pueden ver en la pantalla en tres dimensiones con colores y sombras, además el sistema tiene todas las ventajas que da el ambiente de ventanas.

EDISIM esta siendo probado en la Facultad de Ciencias de la Computación de la Universidad Autónoma de Puebla. El sistema está enfocado al apoyo del curso de Robótica que se imparte en dicha facultad. Inicialmente el robot diseñado por el usuario tiene resuelto el problema cinemático directo, tiene detección de choques y puede manipular cubos en un ambiente que puede incluir una mesa de trabajo.

A corto plazo EDISIM tendrá solucionado el problema cinemático inverso y podrá una gran cantidad de piezas diferentes así como mejoras gráficas.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] FU, GONZÁLEZ y LEE
Robótica, Control, Detección, Visión e Inteligencia
McGraw Hill, 1990
- [2] SCHILLING, ROBERT
Fundamentals of Robotics, Analysis and Control.
Prentice Hall, 1990
- [3] REYES ÁVILA, LUIS
Quaternions : Une Representation Parametrique Systematique de Rotations Finies.
Rapport de Recherche, No 1303
INRIA, France, 1990



- [4] CRUZ ALMANZA GRACIANO.
Modelado y simulación de un Robot Manipulador con Álgebra de Cuaterniones.
Memoria, ELECTRO 97, 1997.
Instituto Tecnológico de Chihuahua., México.
- [5] DONALD HEARN, PAULINE BAKER .
Graficas por Computadora.
Prentice Hall.
- [6] NEWMAN & SPROULL.
Principles of Interactive Computer Graphics.
McGraw Hill.
- [7] FOLEY, J.
Fundamentals of Interactive Computer Graphics.
Addison Wesley.